

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-325329

(43)Date of publication of application : 28.11.2000

(51)Int.Cl.

A61B 5/11  
G01C 19/00  
G01P 9/00

(21)Application number : 11-272417

(71)Applicant : HOYA CORP

(22)Date of filing : 27.09.1999

(72)Inventor : OZAKI TORU

NAEMURA KIYOSHI

HOSAKA HIROSHI

TANJI HIROAKI

MATSUMOTO HIROSHI

ITAO KIYOSHI

(30)Priority

Priority number : 11070341

Priority date : 16.03.1999

Priority country : JP

11070350

16.03.1999

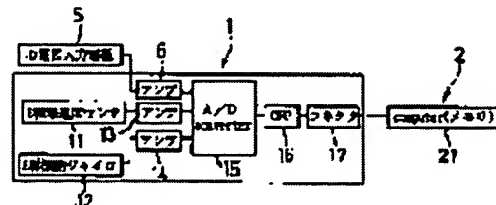
JP

## (54) STEP-WALKING RECOGNITION DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To recognize a subject's walking on steps by discriminating the walking on steps from the walking on a flat ground.

SOLUTION: This step-walking recognition device can recognize a subject's walking on steps by discriminating the walking on steps from the walking on a flat ground. The device has a tri-axial, acceleration sensor 11 and a tri-axial vibration gyro 12 for monitoring the subject's body movement, an electrocardiogram input electrode 6 for measuring the electrocardiogram of the subject and a memory means for continuously recording and/or storing



Best Available Copy

data about the load of movement on the subject based on the body movement data monitored by the tri-axial acceleration sensor 11 and the tri-axial vibration gyro 12 and data of the electrocardiogram in the monitoring of the body movement. Since the tri-axial vibration gyro 12 detects the rotation angle speed of the subject's legs in the front/rear directions, the subject's walking on steps can be discriminated based on the data.

---

#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-325329

(P2000-325329A)

(43) 公開日 平成12年11月28日 (2000.11.28)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-コ-ト <sup>*</sup> (参考)
A 6 1 B 5/11		A 6 1 B 5/10	3 1 0 G 2 F 1 0 5
G 0 1 C 19/00		G 0 1 C 19/00	Z 4 C 0 3 8
G 0 1 P 9/00		G 0 1 P 9/00	Z

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平11-272417  
(22) 出願日 平成11年9月27日 (1999.9.27)  
(31) 優先権主張番号 特願平11-70341  
(32) 優先日 平成11年3月16日 (1999.3.16)  
(33) 優先権主張国 日本 (J P)  
(31) 優先権主張番号 特願平11-70350  
(32) 優先日 平成11年3月16日 (1999.3.16)  
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000113263  
ホーヤ株式会社  
東京都新宿区中落合2丁目7番5号  
(72) 発明者 尾崎 徹  
東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホーヤ株式会社内  
(72) 発明者 苗村 潔  
東京都文京区本郷7丁目3番1号 東京大学内  
(74) 代理人 100091362  
弁理士 阿仁屋 節雄 (外2名)

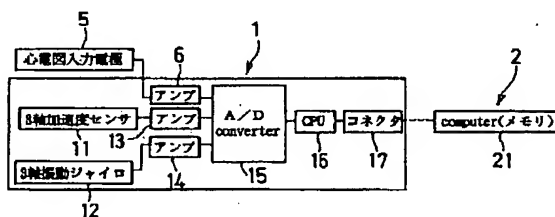
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 階段歩行認識装置

(57) 【要約】

【課題】 被験者の階段歩行を平地歩行から識別して認識可能にする。

【解決手段】 被験者の階段歩行を平地歩行から識別して認識可能にする階段歩行認識装置であって、被験者の体動をモニタする3軸加速度センサ及び3軸振動ジャイロ12と、被験者の心電図を計測する心電図入力電極6と、3軸加速度センサ11及び3軸振動ジャイロ12によってモニタされた体動データに基づく被験者の運動負荷データと体動モニタ時における心電図データとを連続して記録および/または保存する記録手段とを備える。3軸振動ジャイロ12は、被験者の脚の前後方向の回転角速度を検出するので、そのデータに基づいて階段歩行が識別される。



Best Available Copy

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被験者に装着して被験者の歩行にともなう脚の前後方向の回転角速度を検出する回転角速度検出手段を有することを特徴とする階段歩行認識装置。

【請求項 2】 被験者に装着して、被験者の歩行にともなう脚の前後方向の回転角速度を検出する回転角速度検出手段と、前記検出手段の出力から所定の閾値よりも大きい回転角速度が所定の周期性をもって検出されるときに装着者の歩行が階段歩行状態であると認識する信号処理系とを有することを特徴とする階段歩行認識装置。

【請求項 3】 被験者に装着して、被験者の歩行にともなう脚の前後方向の回転角速度を検出する回転角速度検出手段と、前記検出手段の出力から所定の閾値よりも大きい回転角速度が所定の周期性をもって検出されるときに装着者の階段歩行状態を認識する信号処理系と、検出したデータを連続して記録および／または保存する記録手段とを有することを特徴とする階段歩行認識装置。

【請求項 4】 前記回転角速度検出手段がジャイロセンサであることを特徴とする請求項 1～3 のいずれかに記載の階段歩行認識装置。

【請求項 5】 前記回転角速度検出手段が被験者の腰部に装着可能とされていることを特徴とする請求項 1～4 のいずれかに記載の階段歩行認識装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、被験者に装着して該被験者の階段歩行を平地歩行から識別して認識可能にした階段歩行認識装置に関する。

【0002】

【従来の技術】一般的に被験者に装着される形態の歩行認識装置としては、主に加速度センサを用いたものが知られている。この加速度センサを用いた歩行認識装置の原理は、行動パターン毎の加速度センサの基本出力波形を予めレファレンスデータとして記録しておき、計測信号を随時レファレンスデータと比較することにより、行動パターンを識別するものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら加速度の出力波形からは、図 4 (a) に示すように、平地の歩行状態と階段の歩行状態の識別が困難である。

【0004】本発明は、上述の背景のもとでなされたものであり、該被験者の階段歩行を平地歩行から識別して認識可能にした階段歩行認識装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上述の課題を解決するための手段として第 1 の手段は、被験者に装着して被験者の歩行にともなう脚の前後方向の回転角速度を検出する回転角速度検出手段を有することを特徴とする階段歩行認識装置である。第 2 の手段は、被験者に装着して、被

験者の歩行にともなう脚の前後方向の回転角速度を検出する回転角速度検出手段と、前記検出手段の出力から所定の閾値よりも大きい回転角速度が所定の周期性をもって検出されるときに装着者の歩行が階段歩行状態であると認識する信号処理系とを有することを特徴とする階段歩行認識装置である。第 3 の手段は、被験者に装着して、被験者の歩行にともなう脚の前後方向の回転角速度を検出する回転角速度検出手段と、前記検出手段の出力から所定の閾値よりも大きい回転角速度が所定の周期性をもって検出されるときに装着者の歩行が階段歩行状態であると認識する信号処理系と、検出したデータを連続して記録および／または保存する記録手段とを備えたことを特徴とする階段歩行認識装置である。第 4 の手段は、前記回転角速度検出手段がジャイロセンサであることを特徴とする第 1～第 3 の手段にかかる階段歩行認識装置である。第 5 の手段は、前記回転角速度検出手段が被験者の腰部に装着可能とされていることを特徴とする第 1～第 4 手段のいずれかにかかる階段歩行認識装置である。

【0006】本発明者らの研究によれば、従来の方法のように被験者の歩行に伴って生ずる身体の動きの加速度を計測するだけでは、階段歩行を平地歩行と区別して認識することができないことがわかった。すなわち、図 4 (a) に示すように、階段歩行時は、平地歩行時と比較して、被験者の動きの直線加速度はあまり変化しない。

【0007】ところが、ある一定の高さを持った階段を歩行する場合、平地を歩行するよりも脚の振り上げが大きくなるので、結果的に、図 4 (b) に示すように、片脚を踏み出した際の脚の前後方向の回転角速度が平地歩行に比較して顕著に大きくなることが判明した。本発明は、この解明事実に基づいてなされたもので、脚の前後方向の回転角速度を検出する回転角速度検出手段を設けて、階段歩行に特有な上記回転角速度を検知することにより階段歩行を認識することを可能にしたものである。

【0008】すなわち、具体的には、回転角速度検出手段の出力から所定の閾値よりも大きい回転角速度が所定の周期性をもって検出されるときに装着者の歩行が階段歩行状態であると認識する信号処理系及び検出したデータを連続して記録および／または保存する記録手段とを設けることによって、階段歩行を平地歩行と区別して認識できるようにしたものである。前記回転角速度検出手段としては、ジャイロセンサが好適である。一般的にジャイロセンサは、被測定物の回転角加速度を検出する回転センサであり、このセンサの信号から回転角速度を求める。ジャイロセンサは、脚の動きを検出できる位置に装着する。そうすることで、上記の脚の振り上げを検出することができる。

【0009】また例えばジャイロセンサの一種である振動ジャイロを用いることで将来的に測定装置の小型化が期待でき、装着者に無拘束な計測の実現可能性がある。

【0010】また、少なくとも前記回転角速度検出手段

が図1に例示するように、被験者の腰部の特に前部片側（符号Bの位置）に装着可能であることが望ましい。この位置は、片脚の振り上げを検出し得る部位であり、且つ体の重心であるので、腿や脛等の脚部に比べて、安定した信号を検出し得るからである。

【0011】なお、本発明の階段歩行認識装置に携帯型の心電図計測装置を付加して、歩行状態の計測と心電図の計測を同時に行うことにより、心臓に対する客観的な運動負荷情報を得ることが可能で、より正確に長時間の心電図を評価することができる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面に基いて説明する。図1に実施形態の行動認識装置の装着部位を示し、図2に同装置の構成を示す。この行動認識装置は、計測部1と記録部（記録手段）2に分かれている。

【0013】計測部1は、図1に示すように、被験者の胸部Aに貼り付ける心電図入力電極5と、互いに直交する3軸方向の加速度を検出する3軸加速度センサ（加速度検出手段）11と、互いに直交する3軸廻りの回転角速度を検出する3軸振動ジャイロ（ジャイロセンサ、回転角速度検出手段）12と、心電位増幅用のアンプ6及び3軸加速度センサ11と3軸振動ジャイロ12の各信号を増幅するアンプ13、14と、増幅されたアナログ信号をデジタル変換するA/Dコンバータ15と、デジタル変換されたデータをコネクタ17を介して外部の記録部2に出力するCPU16とを備えている。ここで、心電図入力電極5以外は1つのパッケージに収められており、心電図入力電極5は胸部に届く位置までコードでつながっている。また、外部の記録部2には、信号処理手段としての役目を果たす市販のコンピュータ21が用いられている。

【0014】3軸加速度センサ11は、直交する3軸方向（上下方向、前後方向、左右方向）の加速度を検出することのできる小型軽量のもので、例えば、センサ面に垂直な1方向成分の加速度のみ検出し得るピエゾ抵抗型加速度センサを、互いに直交させて3つ組み合わせることにより構成されている。この3軸加速度センサ11は、重力加速度のような静的加速度成分（直流成分）の計測が可能であり、静止時で約1Gの出力を発する。

【0015】また、ジャイロセンサとして用いている3軸振動ジャイロ12は、小型で安価なものであり、3軸（上下軸、前後軸、左右軸）廻りの回転角速度を検出することができる。

【0016】この装置では、3軸加速度センサ11と3軸振動ジャイロ12から出力される信号がアンプ13、14で増幅され、A/Dコンバータ15によってデジタル変換されて、CPU16に入力される。同様に、心電図データが、胸部Aに貼り付けた電極5により誘導されて、アンプ6で増幅され、A/Dコンバータ15によ

てデジタル変換されて、CPU16に入力される。そして、CPU16に入力された計測データが、コネクタ17からRS232Cケーブルによってコンピュータ21のハードディスクに記録され、表示される。

【0017】なお、計測部1の中のCPU16に信号データの処理を任せ、外部のコンピュータ21では、データの再生及び確認だけするようにしてもよい。その場合は、図3に示すように、計測部1の中に、演算を行うためのプログラムを記憶したROM18と、記録のためのメモリ19とを設ける必要がある。

【0018】次に上記行動認識装置の装着の仕方と作用について説明する。心電図入力電極5以外は計測部1は単一のパッケージに収められており、この計測部1を、被験者の腰部に装着する。装着位置は、図1に示すように、腰前部の右側（符号Bで示す位置）とした。この位置であると、被験者の右脚の回転角速度が安定して得られるので、右脚の振り上げを検出して、階段歩行と平地歩行の歩行状態認識を行うことができる。また、心電図入力電極5は、被験者の胸部Aに貼り付ける。

【0019】図4に、計測部1で計測された平地歩行時と階段歩行時の右脚の上下方向加速度（a）と右脚の前後方向回転角速度（b）の変化の様子を示す。一般的に、加速度センサの出力を用いて歩行認識を行おうとする場合は、上下方向の加速度を計測するので、そのデータのみを参照する。図4（a）、（b）において、それぞれ細線が平地歩行時の出力データ、太線が階段歩行時の出力データである。

【0020】図4（a）に示す上下方向加速度の出力データには、波形および最大出力ともに、平地歩行時と階段歩行時で明らかな差異は認められない。

【0021】一方、図4（b）に示す前後方向回転角速度の出力データには、階段歩行時の右脚の踏み出しの瞬間に、矢印Cで示すような約100deg/sec程度の大きな出力ピークが周期的に認められる。また、この出力ピークは、その直後の右脚踏地による反転により顕著な特徴を示す。ここでは、マイナス側が前方への回転角速度、プラス側が後方へ回転角速度を示している。

【0022】このような特徴は、階段歩行による右脚の大きな踏み出しによるものであり、階段歩行時の出力ピークは、平地歩行の右脚踏み出し時に検出される約70deg/sec（平地歩行時の出力ピーク）に比べて明らかに大きな値である。

【0023】そこで、70deg/sec～100deg/secに閾値を設定して、閾値以上の出力が定期的に一定期間検出される状態を、階段歩行時とすれば、平地歩行と階段歩行の識別が可能となる。このように、レファレンスとの比較を行わずに、閾値を設定するという簡便な方法で、平地歩行と階段歩行の識別が可能となる。

【0024】以上説明したように、実施の形態にかかる発明によれば、回転角速度検出手段を設けたので、階段

10

20

30

40

50

歩行時を含めて、より確かな行動データの取得が可能になる。

【0025】また、ジャイロセンサにより回転角速度を電氣的に検出するので、安価に実現できる。また例えばジャイロセンサの一種である振動ジャイロを用いることで将来的に測定装置の小型化が期待でき、装着者に無拘束な計測の実現可能性がある。

【0026】さらに、携帯型の心電図計測装置を付加してあるから、歩行状態の計測と心電図の計測を同時に行うことができ、これにより、心臓に対する客観的な運動負荷情報を得ることが可能で、より正確に長時間の心電図の評価もおこなうことができる。

【0027】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明は、被験者に装着して被験者の歩行にともなう脚の前後方向の回転角速度を検出する回転角速度検出手段を有することの特徴とするもので、これにより、該被験者の階段歩行を平地歩行から識別して階段歩行を認識可能にしたものである。

\*【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の装置を被験者に装着する場合に適切な位置を示す正面図である。

【図2】本発明の実施形態の概略構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の別の実施形態の概略構成を示すブロック図である。

【図4】平地歩行時と階段歩行時の上下方向加速度(a)と、前後方向回転角速度(b)を示す特性図である。

【符号の説明】

1 計測部

2 記録部(記録手段)

5 心電図入力電極

11 3軸加速度センサ(加速度検出手段)

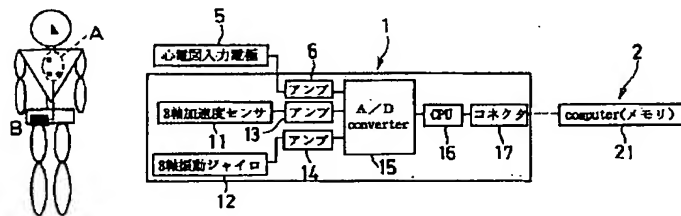
12 3軸振動ジャイロ(回転角速度検出手段、ジャイロセンサ)

16 CPU(信号処理手段、記録手段)

21 外部コンピュータ(信号処理手段、記録手段)

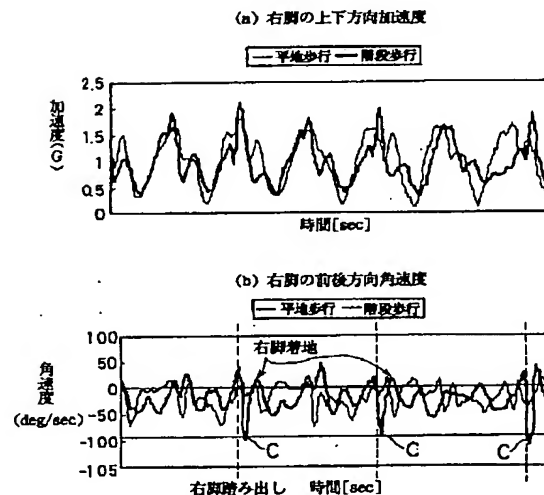
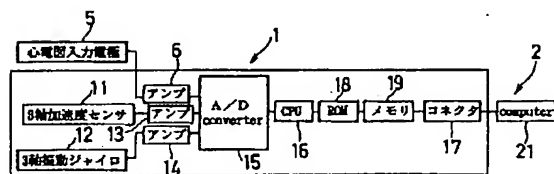
【図1】

【図2】



【図3】

【図4】



## フロントページの続き

(72)発明者 保坂 寛  
東京都文京区本郷7丁目3番1号 東京大  
学内  
(72)発明者 丹治 宏彰  
東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホー  
ヤ株式会社内

(72)発明者 松本 博志  
東京都目黒区駒場4丁目6番1号 東京大  
学国際産学共同研究センター内  
(72)発明者 板生 清  
東京都文京区本郷7丁目3番1号 東京大  
学内

Fターム(参考) 2F105 AA06 AA10 BB20 CC20 CD02  
4C038 VA20 VB31 VC20,